



Oscar Bos

# Op gang brengen van een aanvoerstroom van wild zeewier

EFRO Port 4 Innovation

Auteurs: Robbert Jak, Christine Röckmann, Frans Veenstra

Wageningen University &  
Research Rapport C112/17

---

# Op gang brengen van een aanvoerstroom van wild zeewier

EFRO Port 4 Innovation

Auteurs: Robbert Jak, Christine Röckmann, Frans Veenstra

Publicatie datum: 21 maart 2018

Wageningen Marine Research Den Helder, Maart 2018

---

Wageningen Marine Research report C112/17

---

*Jak R., C. Röckmann, & F. Veenstra. Aanvoer wild zeewier - Op gang brengen van een aanvoerstroom van zeewier.* Den Helder, Wageningen Marine Research Wageningen Marine Research report C112/17. 28 pp.; 4 tab.; 21 ref.

Keywords: Wild zeewier, *Ulva lactuta*, oogst, garnalenvisserij, Waddenzee.

Client: Kansen voor West  
Attn.: M. Doedens  
Postbus 57  
1780 AB, Den Helder

BAS code KB-21-003-007 Zeewier als bron voor dierlijke productie

Dit rapport is gratis te downloaden van : <https://doi.org/10.18174/430044>  
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

Photo cover: Oscar Bos

© 2018 Wageningen Marine Research Wageningen UR

Wageningen Marine Research  
institute of Stichting Wageningen  
Research is registered in the Dutch  
traderecord nr. 09098104,  
BTW nr. NL 806511618

The Management of Wageningen Marine Research is not responsible for resulting damage, as well as for damage resulting from the application of results or research obtained by Wageningen Marine Research, its clients or any claims related to the application of information found within its research. This report has been made on the request of the client and is wholly the client's property. This report may not be reproduced and/or published partially or in its entirety without the express written consent of the client.

A\_4\_3\_2 V25

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>2 Zeewier in NL kustwateren</b>	<b>7</b>
2.1 Zeewier in het Nederlandse mariene milieu	7
2.2 Groeifactoren	9
<b>3 Gebruik van wild zeewier uit de Nederlandse kustwateren</b>	<b>11</b>
3.1 Snijden en verzamelen van zeewier van de stranden/dijken	11
3.2 Opvissen van zeewier in de Waddenzee met een schip	11
3.3 Randvoorwaarden voor visserij op wild zeewier	13
3.3.1 Ecologische bijwerkingen	13
3.3.2 Technische randvoorwaarden	13
3.3.3 Economische randvoorwaarden	14
<b>4 Marktpotentieel van wild zeewier uit de Nederlandse kustwateren</b>	<b>16</b>
<b>5 Ecosysteem consequenties van onttrekken van grote hoeveelheden zeewier</b>	<b>17</b>
5.1 Functies van zeewier in het ecosysteem	17
5.2 Zeewier in de Waddenzee	18
5.3 Opname van nutriënten door zeewier	18
5.4 Onttrekking van nutriënten door oogst	19
5.5 Verschil tussen wild- en teelt-zeewier onder dezelfde groeicondities?	19
<b>6 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>20</b>
<b>7 Literatuur</b>	<b>21</b>
<b>8 Kwaliteitsborging</b>	<b>23</b>
<b>Verantwoording</b>	<b>24</b>
<b>Annex 1 Foto's bijvangst zeewier in garnalenvisserij</b>	<b>25</b>

---

# Samenvatting

Een verkenning is uitgevoerd naar het verzamelen van wild zeewier.

Verkend is wat we weten over wild zeewier in Nederlandse wateren en wat de mogelijkheden zouden kunnen zijn om wild zeewier uit de Nederlandse zoute wateren te oogsten, aan te landen en tot producten te verwerken.

Het rapport is gebaseerd op literatuur, rapporten, websites en gesprekken met mensen uit de praktijk (garnalenvissers) en met experts.

Er is een beknopt overzicht gegeven van de biodiversiteit aan zeewieren in Nederland en wat de belangrijkste soorten zijn voor eventuele exploitatie. Daarna is aangegeven in hoeverre natuurlijk aanwezig zeewier in Nederland geoogst wordt, hoe dat gebeurt en wat er mee gedaan wordt. Er zijn momenteel tenminste twee vergunningen uitgegeven; in de Oosterschelde en de Waddenzee.

Kort is aangegeven welke ecosysteemconsequenties het oogsten van natuurlijk zeewier kan hebben in relatie tot de rol van het zeewier in het ecosysteem en interacties met omgevingsfactoren. Met name de opname van nutriënten (fosfaat, stikstof) is hierin relevant en daarmee bepalen voornamelijk de locatie en de schaal van oogsten de mogelijke effecten.

Om een economisch en ecologisch duurzame winning van zeewier uit zee te bereiken dienen nog veel vragen beantwoord te worden.

Zo is er nauwelijks praktijk ervaring met het opvissen met zeewier, hoewel het als hinderlijke bijvangst wordt ervaren in de garnalenvisserij. Dit biedt echter ook kansen voor gerichte visserij. Daarnaast is er weinig inzicht in de eventueel winbare hoeveelheden zeewier die aanwezig zijn. Dit kan theoretisch worden geschat en ook met veldwerk worden onderzocht.

Dit geeft ook informatie over de ecologische betekenis van zeewier in het ecosysteem en mogelijke gevolgen van oogst. Hierbij zijn ook juridische aspecten (vergunningen) van belang.

Daarnaast is meer inzicht nodig in de kwaliteit van het wild gevangen zeewier in relatie tot de mogelijke toepassingen in bijvoorbeeld voeding en (vee)voer. Ook houdbaarheid en opslag is daarbij van belang.

Ten slotte dient inzicht verworven te worden in de marktvraag, marktaanbod en variatie in marktprijzen in de tijd en seizoen.

---

# 1 Inleiding

Zeewier is een verzamelbegrip voor verschillende groepen van meercellige, relatief grote algen die in zee leven, vaak aan de bodem gehecht. Zij worden ook macroalgen genoemd en zijn met het blote oog herkenbaar. Zeewieren worden onderscheiden in groenwieren (Chlorophyta), roodwieren (Rhodophyta) en bruinwieren (Phaeophyta). Iedere groep heeft eigen specifieke karakteristieken. De termen macro-algen en -wieren worden gewoonlijk zonder veel onderscheid door elkaar gebruikt.

Zeewieren worden voor verschillende doeleinden toegepast, waaronder als voedsel voor mens en dier, als bron van specifieke stoffen, zoals alginaten, carageen en agar en potentieel als bron voor biobrandstof.

Wereldwijd werd er in 2012 bijna 21 miljoen ton zeewier geproduceerd; het grootste aandeel daarvan (94%) was afkomstig van teelt/ aquaculture (Lindsey White et al., 2015). Het aandeel zeewier dat wild geoogst wordt is dus beperkt (ca 1.1 miljoen ton). Er wordt verwacht dat lokaal meer wild zeewier wordt geoogst dan wordt gerapporteerd, daarom zijn de officieel gerapporteerde cijfers lager: ca. 800,000 ton of 4% van de totale wereldwijde zeewier productie (Radulovich et al., 2015). In enkele delen van de wereld, zoals in delen van Azië, is men voor de lokale consumptie van wilde zeewier-oogst afhankelijk. Ook is wilde oogst een belangrijke toeleverancier aan de phycocolloïden-industrie (Radulovich et al. 2015), met name in Frankrijk.

De literatuur beschrijft twee verschillende manieren om wild zeewier te oogsten (Radulovich et al. 2015):

- (1) Compleet of delen wild zeewier vanuit het natuurlijke groeihabitat verzamelen;
- (2) Inzamelen van los zeewier van stranden ("beach cast").

Om het zeewier in het wild te verzamelen, wordt of de gehele plant verwijderd, of de basis wordt tot een bepaalde hoogte, net boven de "krul", afgesneden, zodat de achterblijvende rest weer door kan groeien (Kruijsse, 2016; Wilson and North, 1983; McConnaughey 1985). Het compleet verwijderen van zeewier van het natuurlijke groei-habitat heeft in het verleden vaak geleid tot achteruitgang van populaties of zelfs tot het verdwijnen van de over-geëxploiteerde zeewiersoort uit bepaalde leefomgevingen. Daarom wordt aanbevolen om commerciële oogst van wild zeewier alleen tijdens de piek in het groeiseizoen uit te voeren (Kaliaperumal et al., 2004).

Deze studie verkent wat er bekend is over wild zeewier in de Nederlandse zoute wateren en wat de mogelijkheden zouden kunnen zijn om wild zeewier te oogsten, aan te landen en tot producten te verwerken. Relevante kennisvragen die onderzocht dienen te worden zijn:

- Wat is de potentiële zeewier productie in de Nederlandse kustwateren? Hoeveel zeewier zou in potentie aangeland kunnen worden, welke soorten, welke seizoenen en van welke locaties?
- Wat is de invloed van seizoen en locatie op de hoeveelheid en kwaliteit van wild geoogst zeewier?
- Is het mogelijk wild zeewier uit de Nederlandse wateren te oogsten, aan te landen en commercieel te benutten?
- Wat zijn de technische en economisch obstakels en randvoorwaarden?
- Is er een markt voor wild zeewier? Hoe groot is die markt? Wie zijn de afnemers? Wat zijn de toepassingen? Wat zijn de prijzen? Wat zijn de eisen?
- Wat zijn de consequenties voor ecosystemen van het onttrekken van grote hoeveelheden zeewier?

Een beantwoording van al deze vragen is binnen het tijdpad en de financiële randvoorwaarden van dit project niet mogelijk. In dit rapport is een start gemaakt met het verzamelen van kennis op basis literatuurstudie en gesprekken met vissers en experts. Het verzamelen en kweken van zeewier is in

---

Nederland nog maar net in opkomst. Daarom zijn acties benoemd als aanbeveling voor verder onderzoek naar de mogelijkheden en beperkingen voor het verzamelen van zeewier.

---

## 2 Zeewier in NL kustwateren

### 2.1 Zeewier in het Nederlandse mariene milieu

Stegenga en Mol (1983) maken in hun boek "Flora van de Nederlandse Zeewieren" duidelijk dat Nederland door het ontbreken van natuurlijke rotskusten een minder soortenrijke zeewierflora heeft dan bijvoorbeeld Scandinavië, de Britse Eilanden of Frankrijk. Zeewieren hebben in het algemeen hard substraat nodig om aan vast te hechten en te kunnen groeien en in Nederland zijn alleen kunstmatige harde substraten aanwezig (zie onder). Verder is het water van een binnenzee als de Noordzee minder helder en troebeler dan oceaanwater, en zijn de seizoensverschillen in watertemperatuur veel groter (15-20°C aan zeekusten in vergelijking met 6-10°C aan oceanische kusten). Door de zachte zandige en/of slibrijke zeebodem is het water vaak troebel en laat weinig licht door, waardoor zeewieren in Nederland zelden dieper dan 3m onder het laagwaterniveau groeien (Stegenga and Mol, 1983).

Stegenga en Mol (1983) onderscheiden vier verschillende milieu-typen in de Nederlandse wateren waar zeewier voorkomt:

1. Kunstmatige harde substraten, zoals dijkhellingen, bijvoorbeeld "rond de Oosterschelde, Westerschelde en Waddenzee. Het soortenrijkst zijn de steenhellingen die afdalen tot beneden laagwaterniveau" (Stegenga en Mol 1983);
2. Slikken, wadden en zandplaten die met laagwater droogvallen en grote oppervlaktes beslaan: Hier blijven achtergebleven losdrijvende exemplaren liggen, eventueel vastgehecht aan steentjes en grotere fragmenten van schelpen;
3. Kwelders (Waddenzee) of schorren (Zeeland) die iets boven hoogwaterniveau liggen en dus niet vaak onder water komen te staan. "Er komen relatief veel groenwieren, blauwwieren, diatomeeën en Vaucheria soorten voor en veel minder rood- en bruinwieren" (Stegenga en Mol 1983), vooral dus micro-algen en minder (grote) macroalgen.
4. Zoute en brakke binnenwateren (b.v. Malta en Verschuure, 1997).

De flora van de Nederlandse zeewieren van Stegenga en Mol (1983) behandelt ca. 250 soorten zeewieren, zowel de inheemse soorten als soorten die niet in Nederlandse wateren groeien maar wel op het strand aanspoelen. Visser Jan Kruijsse spreekt van meer dan 150 soorten zeewier die in de Oosterschelde groeien en zouden kunnen worden geoogst (Omroep Zeeland 2014). In een recent door Bos et al (2016) uitgevoerde inventarisatie van de biodiversiteit van de Noordzee staan bijna 200 soorten, waarvan tenminste 17 exoot.

"Slechts enkele tientallen wiersoorten hebben een Nederlandse naam. Bovendien hebben enkele soorten meerdere namen, andere namen slaan op meerdere soorten of op hele soorten-groepen" (Stegenga en Mol 1983, zie Tabel 1). Daarom is er in Stegenga en Mol (1983) een lijstje van de meest voorkomende Nederlandse namen met de wetenschappelijke namen te vinden. De Nederlandse website "waterwereld"<sup>1</sup> geeft een overzicht van "de belangrijkste Noordzeewieren". Er worden daar drie groene, drie rode en drie bruine zeewieren opgesomd (zie Tabel 2).

---

<sup>1</sup> <http://www.waterwereld.nu/zeewier.php>



Tabel 1 Zeewieren met een Nederlandse naam, overgenomen uit Stegenga en Mol, 1983, tenzij anders vermeld

Groep	Soortnaam Nederlands		Geslacht	soort
<b>Groenwieren</b>	Darmwier	Breed	<i>Enteromorpha</i>	<i>linza</i>
	Darmwier	Echt	<i>Enteromorpha</i>	<i>intestinalis</i>
	Darmwier	Klein	<i>Blidingia</i>	<i>minima</i>
	Darmwier	Plat	<i>Enteromorpha</i>	<i>compressa</i>
	Vederwier		<i>Bryopsis</i>	<i>plumosa</i>
	Viltwier		<i>Codium</i>	<i>fragila</i>
	Zeesla		<i>Ulva</i>	spec. in het bijzonder <i>U. lactuca</i>
<b>Bruinwieren</b>	Bessenwier	Japans	<i>Sargassum</i>	<i>muticum</i>
	Blaaswier		<i>Fucus</i>	<i>vesiculosus</i>
	Gaffelwier		<i>Dictyota</i>	<i>dichotoma</i>
	Groefwier / Zakjeswier*		<i>Pelvetia</i>	<i>canaliculata</i>
	Hauwwier		<i>Halidrys</i>	<i>silquosa</i>
	Knotswier		<i>Ascophyllum</i>	<i>nodosum</i>
	Riemwier		<i>Himanthalia</i>	<i>elongata</i>
	Suikerwier		<i>Saccharina*</i>	<i>latissima*</i>
	Veterwier		<i>Chorda</i>	<i>filum</i>
	Vezelwier		<i>Cystoseira</i>	<i>baccata</i>
	Vingerwier		<i>Laminaria</i>	<i>digitata</i>
	Zee-eik	Gezaagde	<i>Fucus</i>	<i>serratus</i>
	Zee-eik	Kleine	<i>Fucus</i>	<i>spiralis</i>
	Zee-eik	Smalle	<i>Fucus</i>	<i>ceranoides</i>
<b>Roodwieren</b>	Buiswier	Donker	<i>Polysiphonia</i>	<i>fucooides*</i>
	Buiswier	Fijn	<i>Polysiphonia</i>	<i>urceolata</i>
	Buiswier	Rond / Klein*	<i>Polysiphonia</i>	<i>lanosa</i>
	Buiswier	Violet	<i>Polysiphonia</i>	<i>harveyi*</i>
	Hoorntjeswier	Rood	<i>Ceramium</i>	<i>rubrum</i>
	Hoorntjeswier	Hollands*	<i>Ceramium</i>	<i>deslongchampsii</i>
	Iers mos		<i>Chondrus</i>	<i>crispus</i>
	Iers mos		<i>Mastocarpus*</i>	<i>stellata</i>
	Kernwier		<i>Mastocarpus*</i>	<i>stellata</i>
	Knoopwier / Dundraad*		<i>Gracilaria</i>	<i>verrucosa</i>
	Pluchewier	Rood	<i>Rhodochorton</i>	<i>purpureum</i>
	Purperwier		<i>Porphyra</i>	spec. in het bijzonder <i>P. umbilicalis</i>
	Tongwier		<i>Hypoglossum</i>	<i>hypoglossoides*</i>

\*aangepaste naamgeving uit SoortenBank.nl<sup>2</sup>

<sup>2</sup> <http://www.soortenbank.nl/>

Tabel 2: Overzicht van de belangrijkste Noordzee wieren, aangepast.

Bronnen: <http://www.waterwereld.nu/zeewier.php>, (Pereira, 2015; Stegenga and Mol, 1983).

Groenwieren (Chlorophyta)	Bruinwieren (Phaeophyta)	Roodwieren (Rhodophyta)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Cladophora compressa</i> <i>Ulva lactuta</i> (zeesla)</li> <li>• <i>Enteromorpha compressa</i> (= <i>Ulva compressa</i>) (Plat darmwier)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Saccharina latissima</i> (= <i>Laminaria saccharina</i>, suikerwier)</li> <li>• <i>Laminaria digitata</i> (vingerwier)</li> <li>• <i>Ectocarpus fasciculatus</i> (= <i>Ectocarpus siliculosus</i>)</li> <li>• <i>Fucus vesiculosus</i> (blaaswier)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Plocamium coccineum</i> (= <i>Plocamium cartilagineum</i>)</li> <li>• <i>Ceramium rubrum</i> Rood hoorntjeswier)</li> <li>• <i>Delesseria sanguinea</i></li> </ul>

Verder geeft het "Handbook of Marine Biotechnology" een breed overzicht van de zeewierflora van de Europese Noord-Atlantische oceaan en de Middellandse Zee (Pereira, 2015). Uit deze omvangrijke lijst van meer dan 900 soorten worden er 25 beschreven, die algemeen in de Noordzee voorkomen (Pereira, 2015). Daaronder zijn ook de in Tabel 2 genoemde wieren en verder worden er nog een tiental roodwieren en meer dan 10 bruinwieren beschreven, die in de Noordzee verspreid zijn.

## 2.2 Groeifactoren

Factoren die groei (productie) beïnvloeden kunnen theoretisch worden bepaald op basis van de standaard fotosynthese reactie; licht en anorganische nutriënten. Zeewier heeft anorganische koolstof ( $\text{CO}_2$ ), water, licht en verschillende macro- en micro-elementen (nutriënten) voor groei nodig. Anorganische bronnen voor nutriënten zijn b.v. mest, rioolwater en atmosferische depositie. In gebieden waar nutriëntrijk water zich mengt, zoals in opwelling gebieden, door wind menging, getijdenmenging, en resuspensie vanuit het sediment, zijn er goede mogelijkheden voor de groei van zeewier.

Naast het nutriëntenaanbod van vooral fosfaat en stikstof hangt de toename van biomassa ook af van andere beperkende omstandigheden zoals licht en temperatuur die ook weer samenhangen met factoren als stroming golfwerking. Het is niet goed bekend of bij een overmaat aan nutriënten de groei door temperatuur of door licht bepaald wordt. In niet-tropische gebieden, zoals in Nederlandse wateren, zijn veranderingen in zeewatertemperatuur direct gerelateerd aan de instraling van zonlicht die in het zeewater doordringt waardoor de invloed van deze factoren niet afzonderlijk te onderscheiden is (Hurd et al., 2014).

In een nutriëntenrijk (eutroof) gebied zoals bijvoorbeeld de Oosterschelde, zal de groei anders zijn dan in een nutriëntenarm (oligotroof) gebied. Het verschilt per soort welke nutriënten in welke concentratie en in welke onderlinge verhouding nodig zijn voor een goede groei. Bovendien is niet alleen de samenstelling en de concentraties van de individuele nutriënten bepalend, maar ook de stroming. Als de stroming en dus de permanente uitwisseling en verversing van het water met nieuwe nutriënten hoog is, dan is dat belangrijker voor de groei dan een zone met stagnant nutriëntenrijk water waarvan de concentraties uitgeput kunnen raken.

Bij hoge dichtheden zou dichtheidsafhankelijke groei op kunnen treden door zelfbeschaduwing en uitputting van nutriënten. Omdat er via zeestromen steeds nieuwe aanvoer is van voedingsstoffen zal oogst van zeewier tot een bepaalde omvang niet leiden tot een afname van de productie; de zee is geen akker die afgesloten is van de omgeving, maar bij te hoge oogst kan nutriëntenuitputting wel relevant worden.

Bij hoge slib concentraties in het water hoog neemt de beschikbare hoeveelheid licht voor fotosynthese af en zo ook de maximale diepte tot waar zeewier kan groeien. Deze diepte is afhankelijk van de groep (groenwier, roodwier, bruinwier) en van de soort. Niet alleen de intensiteit van het licht maar ook de spectrale samenstelling, die verandert met de diepte en de kleur van het water, is van

belang voor de groeicondities van zeewieren. Met het helderder worden van het zeewater kan de diepte van voorkomen ook weer toenemen Pehlke en Bartsch (2008).

Tabel 3: Groeifactoren van de mogelijk commercieel belangrijke soorten *Ulva*, *Laminaria* en *Saccharina*

Zeewier soort	Licht behoefte	Groeiseizoen	Habitat	Lengte
<i>Ulva lactuta</i> (zeesla, common sea lettuce)	Veel → zichtbaar aan de oppervlakte	Waddenzee: mei/juni - okt/nov	Littoraal, sublittoraal; Mid-intertidaal; zand; epilithisch	tot 30 cm
<i>Saccharina latissima</i> (suikerwier, sugar kelp)	Weinig	Winter (NL): weinig licht, lage temperaturen	Intertidale plassen,	Lang (~ 3 m)
<i>Laminaria digitata</i> (vingerwier, oarweed)	Weinig	Winter	Intertidaal, sublittoraal, tot 20 m diepte	tot 2 m
<i>Palmaria palmata</i> (= <i>Rhodomenia palmata</i> ; Dulse)	Weinig	nov/dec – mar/apr (oogst: vroege lente-zomer)	Epilithisch, epiphytisch (op <i>L. hyperborea</i> ). Littoraal, sublittoraal, tot 20 m diepte	20-50 cm, tot 1m

---

## 3 Gebruik van wild zeewier uit de Nederlandse kustwateren

Zoals in de inleiding beschreven is, is het mogelijk om zeewier in het wild direct van het natuurlijke groei-habitat compleet of gedeeltelijk te verzamelen of om los zeewier van stranden in te zamelen.

### 3.1 Snijden en verzamelen van zeewier van de stranden/dijken

Het direct verzamelen van zeewier vanuit de natuur wordt momenteel door twee vissers uitgevoerd: één visser uit Yerseke, Jan Kruijsse, en één uit Wieringen, Coen de Groot. Particuliere pluk/oogst van zeewier is in Nederland verboden, waardoor een vergunning noodzakelijk is.

Langs de dijk en voorliggende stranden van de Oosterschelde wordt door één visser, Jan Kruijsse, zeewier verzameld. Na het indienen van een vergunningaanvraag met “passende beoordeling” is hem door de provincie Zeeland een vergunning verleend voor het op kleine schaal oogsten en verkopen van dit zeewier. Een voorwaarde voor de vergunning is dat hij met chemische analyses aantoont dat het zeewier geen schadelijke hoeveelheden van stoffen bevat. Hij levert het zeewier aan één bedrijf (John van Leeuwen), die zijn zeewier in voeding verwerkt en daarnaast aan restaurants aflevert door heel Nederland en enkele in Duitsland.

Kruijsse snijdt het zeewier met een mesje af boven de basis zodat “de krul” blijft staan en het zeewier door kan blijven groeien. Op deze wijze streeft hij een duurzame oogst na.

Voor het met een boot en een net opvissen van zeewier is hem geen vergunning verleend. Hij beschikt wel over een eigen ontwerp “zeewierkor” dat geschikt is om wild zeewier vanaf de zeebodem te verzamelen.

Ook in de Waddenzee is sinds kort, medio oktober 2017, een visser die wild zeewier verzameld, namelijk Coen de Groot vanaf het voormalige Noord-Hollandse Waddeneiland, Wieringen. De Groot heeft een recreatiebedrijf in Hippolytushoef. Hij organiseert verschillende activiteiten, waaronder wadlopen, garnalenvissen, sportvissen, fietsen, wandelen enzovoort. Tijdens de wadlooptochten trof hij langs de waterlijn regelmatig grote hoeveelheden, vooral groen, zeewier aan. Waarschijnlijk gaat het vooral om zeesla (*Ulva*) en daarnaast ook zee-eik (blaaswier, *Fucus vesiculosus*). Hij heeft van de provincie Noord-Holland een vergunning om 25 ton per jaar te verzamelen (Regionale Uitvoeringsdienst Noord-Holland Noord). De vergunningaanvraag op basis van de Wet natuurbescherming is vergezeld gegaan van een passende beoordeling en is medio oktober 2017 verleend. Het verzamelde zeewier wordt op de visafslag gewogen onder toezicht van de NVWA. Het meeste zeewier kan volgens de Groot net na de zomer verzameld worden. Hij wil het zeewier laten certificeren en verkopen voor beoogde toepassingen als grondverbeteraar, bv. voor bollenteelt, extractie van nutriënten maar ook voor consumptie. Het vermarkten moet nog vorm gaan krijgen. Naast verzamelen van aangespoeld zeewier wordt zeewier ook bijgevangen tijdens het vissen op garnalen op het traject Zurich (Friesland) naar Den Helder waar hij vaart met de WR 117. Dit zeewier mag echter niet aangeland worden, zijn vergunning geldt alleen voor losgeslagen zeewier dat is aangespoeld. Tijdens het vissen kan in korte tijd veel zeewier gevangen worden, 600 kg in 10 minuten (pers. Med. C. de Groot), en het net slijt daardoor snel dicht.

### 3.2 Opvissen van zeewier in de Waddenzee met een schip

Een nieuwe kans voor zeewieroogst in de Waddenzee, maar ook Oosterschelde, zou het opvissen met behulp van een schip kunnen zijn. Garnalenvissers klagen over het voorkomen van oneindig veel

---

zeesla (*Ulva lactuca* of ook het "groen" of de "flappen" genoemd), waardoor hun netten dicht slibben en ze geen garnalen meer kunnen vissen. Eerste ideeën hierover zijn recent beschreven (Veenstra & Hoek, 2015). Verder zijn door Frans Veenstra en Christine Röckmann in December 2016 in de haven van Den Oever interviews gevoerd met Waddenzee garnalenvissers (WR 8, 57, 80, 181, 212), een krabvisser (WR 81), en een Noordzee garnalenvisser (WR 23).

Volgens de jongere vissers zou het makkelijk haalbaar zijn om in de zomermaanden, tussen mei/juni en oktober/november, tot 10.000 kg zeesla uit bepaalde gebieden van de Waddenzee te vissen. De meer ervaren vissers zijn het ermee eens dat er veel zeewier voorkomt, maar ze zien niet dat het zo makkelijk is om er duizenden kilo's van op te vissen, want zodra het net een moment in het water is, zijn de mazen meteen dichtgeslibd en is het alsof je "een vuilniszak door het water trekt", d.w.z. er komt dan ook niets anders meer in.

Als vervolgstap op de interviewronde in Den Oever is in het voorjaar/zomer 2017 samen met de bemanning van de WR 181 (innovatie gerichte garnalenvissers) bekeken wat de haalbaarheid is om garnalen en zeewier tegelijk te vissen, d.w.z. zeewier als bijvangst van de garnalenvisserij.

Van 23-26 juli 2017 is Frans Veenstra mee geweest met een Waddenzee garnalenvisreis a/b WR 181. Doel van deze eerste proefreis was het uitzoeken van de haalbaarheid om met het garnalennet zeewier als bijvangst mee te vissen en aan te landen. Er werd zowel bij mooi als ook slecht weer gevestigd.

Op de visbestekken Den Helder, Den Oever - Harlingen, onder de Waddeneilanden en langs de afsluitdijk werd nagenoeg geen zeewier aangetroffen. Normaal gesproken proberen de vissers zoveel mogelijk het "groen" (zeewier) te ontwijken en informeren zij elkaar over de te mijden locaties. Verder doet men de vistrekken in de periode juli-oktober relatief kort (1 à 2 uur), om het dichtslibben van het net door een te veel aan zeewier te voorkomen. Tijdens de reis zijn foto's genomen, die laten zien hoe het vistuig er kan uitzien door ongewenst bijvangst van zeewier (Annex 1). Tussen juli en oktober zit altijd groen (zeewier bijvangst) in de vangsten, maar deze "vlokken" worden er gemakkelijk met de zeeftrammel uit gespoeld. Bij het nakijken van de gekookte garnalen wordt zo nu en dan nog een enkel vlokje uit de vangsten gehaald voordat die in het visruim in kisten worden opgeslagen.

Na deze eerste proefreis en gesprekken met de vissers kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Aangezien de garnalen-aanvoerprizen met >10 Euro/kg in 2016 en 2017 erg goed waren voor de vissers, terwijl die in 2015 bij ca 3 Euro/kg laag was, zijn de garnalenvissers op dit moment niet erg geïnteresseerd in bijvangsten van zeewier. Een aanvoerprijs van zeewier van 1-2 Euro/kg zou vooralsnog veel te laag zijn om nu met garnalenvangsten te kunnen concurreren.

Bovendien betekent bijvangst voor de bemanning veel extra, handmatig werk (het zeewier van het net aftrekken en/of afspuiten) en zou het schip ook nog eens tussentijds terug naar de haven moeten om het zo "vers" mogelijk aan te voeren. Voor de meeste bestaande garnalenkotters is zeewier opslag aan boord beperkt (helemaal als men in de nabije toekomst meer garnalen-verwerkingsapparatuur aan dek gaat plaatsen). Kortom teveel werk en visverlet, wat ten koste gaat van goede week-besommingen en inkomsten van de bemanning.

Zoals uit de interviews ook al naar voren kwam, zijn enkele garnalenvissers er wel voorstander van om gericht op zeewier te vissen: een dag in de week (met de huidige garnalenprijzen dus niet) dan wel separaat met een kleine ondiep-water kotter. Omdat de WR 181 (24 m) ook een kleine kotter heeft, de WR 141 (12 m) is het plan om een dagproef te doen samen met Frans Veenstra en WMR, om een dag gericht op zeewier te vissen onder de kust. Dan kan inzicht verkregen worden in de vistechieken en de kosten/baten voor het opzetten van een (commercieel) duurzame aanvoerketen vanuit de Waddenzee.

Indien succesvol zou gerichte visserij op wild zeewier mogelijk professioneler georganiseerd kunnen worden met een groter aanland volume. Het is echter momenteel nog niet duidelijk om welke hoeveelheden het gaat, hoe grotere volumes (tussentijds) opgeslagen kunnen worden en wat precies een rendabele prijs zou zijn.

---

## 3.3 Randvoorwaarden voor visserij op wild zeewier

### 3.3.1 Ecologische bijwerkingen

Garnalenvissers hebben geobserveerd dat de vangst na de weekendrust vanaf zondagnacht tot en met woensdag meestal beter is voor de garnalen dan de trekken in de tweede helft van de week van donderdag tot en met vrijdag. Verder merkten garnalenvissers op dat de visserijdruk op garnalen nog steeds te hoog is, omdat er te veel schepen in het gebied vissen. Als garnalenvissers (een deel van) de tweede helft van de week op zeewier in plaats van op garnalen gaan vissen, dan zou dat een goede herstelmaatregel voor het garnalenbestand kunnen zijn. Op deze wijze zou zeewiervisserij volgens de vissers indirect een positief effect op het garnalenbestand hebben.

### 3.3.2 Technische randvoorwaarden

Als het gaat om technisch grootschalige oogst en vervolgens verwerking, dan zijn er, voor zover bekend, slechts een klein aantal van de voorkomende soorten commercieel interessant (Van den Burg et al., 2013; Reith et al., 2005), met name de volgende:

1. *Laminaria digitata* (Vingerwier)
2. *Saccharina latissima* (Suikerwier)
3. *Palmaria palmata* (Dulse)
4. *Ulva lactuca* (Zeesla)

De mogelijkheden en kansen voor productie van zeewier in de Noordzee zijn recent beschreven door van den Burg et al (2013) en Groenendijk et al (2016). In het Europese project NetAlgae<sup>3</sup> zijn verschillende mechanische oogstmethoden van vooral bruinwieren via schepen in Noorwegen, Frankrijk, Spanje en Ierland beschreven (zie Groenendijk et al. 2016).

Onduidelijk is nog of het bij het opvissen van zeewier in de Waddenzee vanuit schepen alleen om zeesla (*Ulva lactuca*) gaat. Het is goed mogelijk dat er ook verschillende andere wieren groeien en mee zouden worden gevestigd. In een piloot studie kan worden uitgezocht om welke wieren het precies gaat.

De volgende redeneringen zijn gebaseerd op interviews met stakeholders die zeewier al oogsten (b.v. Johan Kruijsse in de Oosterschelde) of die er in te toekomst een kans in zien, zoals Waddenzee vissers. De redeneringen hierna zijn dus statements, die nog niet wetenschappelijk onderbouwd zijn.

#### 3.3.2.1 Oogsten

Over de manier van oogsten moet goed worden nagedacht. In ieder geval kan niet met een standaard garnalennet worden gevestigd en zeker niet met de zeeflap daarbinnen, die juist bedoeld is om bijvangst van de garnalenvisserij te voorkomen. Volgens de geïnterviewde vissers is het brievenbus-net overigens veel effectiever om het zeewier niet mee te vangen en dit net kan dus zeker niet worden toegepast voor zeewier-visserij.

Er moet een net/kor ontwikkeld worden waarmee gericht op zeewier kan worden gevestigd en dit vistuig zou in een piloot studie verder ontwikkeld en getest kunnen worden. Door Jan Kruijsse is een kor ontwikkeld gericht op het vangen van zeewier dat nog niet echt getest is op effectiviteit.

#### 3.3.2.2 Vers houden en opslag

Om de kwaliteit van wild bij-gevangen zeewier goed te houden, moet het vers worden gehouden en liefst dagelijks worden aangeland. Het vers houden moet kunnen door het te koelen en na een dag vissen aan te landen. Zeewier visser Jan Kruijsse kan zijn oogst alleen in kleine porties 5-7 dagen door koeling vers houden (Kruijsse, 2016).

De vissers denken aan hun eigen "tubs" om het zeewier voor een dag aan boord op te bergen. Of het mogelijk is, om de tubs aan dek te koelen, moet nog worden besproken en uitgezocht. Voordeel van

---

<sup>3</sup> <http://www.netalgae.eu/netalgae-project.php>

---

het gebruiken van hun eigen tubs is dat ze die met eigen apparatuur aan boord (giek) kunnen lossen en geen extra kosten hebben om bijvoorbeeld een kraan te huren.

Alle geïnterviewde vissers geven aan dat ze ruim plek op het dek hebben om 10,000 kg zeesla per dag aan te landen.

In het algemeen werd geconcludeerd dat alle technische problemen zeker makkelijk oplosbaar zouden zijn, zodra men met een pilot-project begint en het blijkt dat men realistisch meerdere tonnen verse zeesla kan opvissen.

Ook het dagelijkse aanlanden lijkt de geïnterviewde vissers geen probleem. Ze zouden, zoals te doen gebruikelijk, vanaf zondag op garnalen kunnen vissen, op woensdag terug naar de haven komen, wat zij sowieso al vaak doen, en op donderdag één gerichte dag op zeewier kunnen vissen, om diezelfde avond weer terug te komen en het zeewier aan te landen.

### **3.3.2.3      Kwaliteit van het aangelande zeewier**

Voor menselijke consumptie dient het zeewier zonder vervuiling (zoals aangroei van organismen of aanwezigheid van slib en zand) aangeland te worden, hetgeen een voorwaarde is bij de vergunningverlening (Kruijsse, 2016). Daarnaast dient we worden toegezien op de voedselkwaliteit. De voedselveiligheid is gereguleerd in verschillende EU Richtlijnen (zie Van den Burg et al., 2013). Zeewier kan verschillende natuurlijke componenten bevatten die bij hoge concentraties schadelijk kunnen zijn, zoals bepaalde zware metalen en toxines, en stoffen die zich vanuit het omringende water door zeewier opgenomen kunnen worden, zoals dioxines en pesticiden. Voor andere toepassingen is vervuiling in de vorm van bijvoorbeeld schelpen echter niet noodzakelijk een probleem. Het Ulva-mest project heeft bevestigd, dat verontreiniging van het zeewier door schelpen en dergelijke geen probleem is, indien het zeewier voor bemesting wordt gebruikt (Veenstra and Hoek, 2015). Het Zilte Proefbedrijf op Texel kan vervuild zeewier zonder probleem fermenteren om te gebruiken als mest (M. van Rijsselberghe, F. Veenstra, pers. Communication)

Verwacht wordt dat indien met een speciaal ontwikkeld bestek (net, kor) gericht op zeewier wordt gevisst de oogst relatief schoon is, dat wil zeggen niet vervuild zal zijn met schelpen en ander materiaal.

### **3.3.3      Economische randvoorwaarden**

Alle geïnterviewde vissers, vooral van de jongere generatie zijn in principe geïnteresseerd in de mogelijkheid om ook op zeesla te vissen, met name in de relevante zomerperiodes en gebieden. Dit willen en kunnen ze echter niet in combinatie met garnalenvisserij uitvoeren, maar in aparte visreizen. Als voorbeeld hebben alle vissers genoemd dat ze eerst van zondag nacht tot en met woensdag op garnalen zouden willen vissen. Daarna op woensdag terug in de haven en het net/bestek of het hele schip vervangen. Op donderdag kan dan een dag gericht op zeesla gevisst worden met eigen schip, maar met een gemodificeerd tuig, of met een ander schip. Wel moet hierbij de houdbaarheid / versheid van het zeewier in acht worden genomen en dient de aanvoer afgestemd te zijn op de vraag van de markt.

Een voorstel is om niet een garnalenkotter te gebruiken voor zeewiervangst, maar bijvoorbeeld een kotter die met korven op krab of kreeften vist. Dan heeft men veel minder extra werk nodig om netten heen en weer te wisselen.

Het lijkt een dilemma dat zeesla vooral in de zomermaanden in de Waddenzee voorkomt, juist dan wanneer de garnalenprijs het hoogst is. Aan de andere kant kunnen de garnalenvissers soms bij te veel "groen", dus zeesla in het water, niet eens hun net uitzetten, omdat het gevaarlijk kan worden bij het inhalen. Ook vergt het veel te veel werk om de zeesla uit het garnalennet met de zeeflap er weer uit te krijgen.

Nota Bene: Indien volgend jaar het brievenbusnet gebruikt kan worden, dan zou dit eventueel wel weer kunnen veranderen, omdat vissers met het brievenbusnet veel minder last hebben van het bijvangen van zeewier. De zeesla gaat samen met ander ongewilde bijvangst rechtstreeks weer door de brievenbus het net uit.

Voor kleinschalige vissers zou het aanlanden van zeewier interessant kunnen zijn in periodes dat de kiloprijs voor zeesla gunstig is in relatie met de kiloprijs van garnalen. Op dit moment is de kiloprijs van garnalenechter erg hoog , ongeveer 9-10 Euro/kg. Dit heeft ermee te maken dat in het Deense en

---

Duitse deel van de Waddenzee garnalen op dit moment niet aanwezig zijn en alleen in Nederland blijken te kunnen worden gevestigd.

De geïnterviewde vissers schatten de kosten van het extra verbruik aan brandstof laag in , maar deze fluctueren in de tijd. Voor 3 Euro/kg zeesla zouden er waarschijnlijk rendabel op gevestigd kunnen worden.

De vistuigen zouden gericht moeten worden aangepast voor het vissen op zeewier. Een dergelijk net zou volgens de vissers en nettenleveranciers vrij snel gemaakt kunnen worden (Veenstra and Hoek, 2015).

De bijvangsten van zeesla in de garnalenvisserij variëren in het jaar en is alleen relevant in de maanden van mei/juni tot oktober/november. Er kan niet met zekerheid gesteld worden dat er dan altijd zeesla aanwezig is, want in een koudere zomer en na een heel strenge winter zou er minder zeesla groeien dan in een zeer warme zomer.

Tussen de in Den Oever geïnterviewde garnalenvissers bestaat een grote variatie in de schatting van de mogelijke hoeveelheid op te vissen zeewier. De jongere vissers spreken van 10,000 kg per dag. De ervaren vissers hebben daar grote twijfels over, want zeesla lijkt op het oog, net zoals spinazie, heel veel, maar weegt uiteindelijk heel weinig. Zij durven niet te zeggen, hoeveel kg per trek men zou kunnen opvissen. Waarschijnlijk is het beter om meerder korte trekken te doen dan enkele lange trekken, om dichtslibben van de netten te voorkomen. De hoeveelheid die opgevestigd kan worden is dus nog onduidelijk en een pilot-project zou hier meer inzicht in kunnen verschaffen.



---

## 4 Marktpotentieel van wild zeewier uit de Nederlandse kustwateren

Recent heeft Pereira een overzicht opgesteld van de meer dan 900 soorten zeewier die in de Europese Atlantische Oceaan en de Middellandse Zee kunnen voorkomen (Pereira, 2015), inclusief samenstelling en commerciële toepasbaarheid. De hoofdbestanddelen, die men eruit kan extraheren, zijn water (80%), olie, suikers zoals saccharine en mannitol, eiwitten, het geleermiddel alginaten en agar, carrageen, en laminarium. Er zijn vele toepassingsmogelijkheden:

1. biodiesel, ethanol
2. voedsel en bemester
3. bouw materiaal
4. eiwitten, polysacchariden, vezels, gezonde vetten,
5. bioactieve bestanddelen met o.a. antioxidanten, antiviralen, fungiciden, antimicrobiële activiteit, antibacterieel, antiviraal, antitumors, anticoagulant, antifouling, antihelminthen.

Deze grote variatie aan mogelijke toepassingen van bestanddelen van zeewier is een indicatie dat er zeker marktpotentieel voor wild zeewier bestaat, ook uit de Nederlandse kustwateren. Een globale markt voor zeewier is al aanwezig (Van den Burg et al., 2016a). Voorbeelden van grote Nederlandse en/of internationale bedrijven, die zeewier in hun business model meenemen, zijn Cargill, Ocean Harvest, Olmix, Ruitenbergh. Deze grote bedrijven werken vaak maar binnen één of enkele onderdelen van de hele zeewier keten.

Verder zijn er ook een hele reeks aan kleinere bedrijven (zoals Dutch Weed Burger, Seamore, Zeewaar), die nieuwe markten binnen de zeewierketen ontwikkelen. Hun innovatieve producten en marktideeën werken vaak met een groter deel van de zeewier waardeketen, b.v. vanaf het telen, via de verwerking, tot naar de product ontwikkeling en marketing.

Voor de kleinere bedrijven zouden mogelijk ook bereid zijn om wild zeewier af te nemen en verder te verwerken, omdat het bij hun nog niet om extreem grote hoeveelheden gaat. In het algemeen wordt verwacht dat de zeewiermarkt, zowel internationaal als in Nederland, verder groeit. Dit vanwege innovaties in de keten en marktperspectieven voor de mondiale voedselzekerheid.

# 5 Ecosysteem consequenties van onttrekken van grote hoeveelheden zeewier

## 5.1 Functies van zeewier in het ecosysteem

Zeewier vervuld een aantal ecosystemendiensten (Van den Burg et al, 2016b, Tabel 4), waaronder vooral regulerende diensten en ook ondersteunende en culturele diensten.

Voor het functioneren van het ecosysteem zijn vooral de volgende diensten van belang:

1. Beschutting (sheltering) van organismen, en daardoor
2. ondersteunen van biodiversiteit
3. CO<sub>2</sub> fixatie
4. O<sub>2</sub> productie
5. Opname van nutriënten en zo het voorkomen van eutrofiëring

Zeewier vormt door zijn structuur een “biobouwer” die een leefomgeving schept voor andere organismen die zich er kunnen vestigen, beschutting vinden en of het zeewier als voedselbron gebruiken. Daarmee verhogen ze de biodiversiteit van het ecosysteem. Via de fotosynthese wordt CO<sub>2</sub> (met water) vastgelegd in biomassa en wordt zuurstof (O<sub>2</sub>) als product afgegeven. Hiermee draagt zeewier bij aan een goede waterkwaliteit die van belang is voor dierlijke organismen. Bij de vorming van biomassa worden verscheidene macro- en micro-elementen opgenomen die nodig zijn voor het functioneren van het zeewier. Vooral stikstof en fosfaat zijn bepalend voor de groeisnelheid van zeewier. Doordat deze nutriënten in kustwateren vaak in overmaat aanwezig zijn, en deze bijdragen aan de negatieve effecten van eutrofiëring, kan de vastlegging ervan door zeewier de effecten van eutrofiëring verminderen.

Omdat er zoveel verschillende zeewier soorten zijn is niet duidelijk in hoeverre deze diensten door verschillende soorten zeewier geleverd worden. Tot nu toe zijn er nauwelijks publicaties over te vinden en de informatie die bekend is is niet direct van toepassing voor de Waddenzee (Tabel 4).

*Tabel 4 Potentiële ecosystemendiensten geleverd door zeewierteelt (uit van den Burg et al., 2016b).*

Regulerende diensten	Culturele diensten	Ondersteunende diensten
Plaagbestrijding (visluis)	Recreatie (ook negatief: zeewier op het strand, rotting, giftig)	Impact op nutriëntenkringloop
Reinigend vermogen door opname van stikstof en fosfaat	Gezond imago en leefstijl (omega 3- vetzuren, maar ook negatief: zware metalen)	Bijdrage aan bodemvorming
Vastleggen van koolstof	Bodemarchief/cultuurhistorie	Bijdrage aan biodiversiteit (habitat- functie)
Tegengaan verzuring van zee door opname van fosfaat	Inspiratie: ‘beleven van de zee’ (The Dutch Weed Burger)	
Regulatie stroming en golfslag		
Bijdrage aan zuurstofbalans		
Bio-remediation: opname van vervuilingen als zware metalen		
<i>Scour protection</i>		

---

## 5.2 Zeewier in de Waddenzee

Met kiezelwier (diatomeeën) en zeegrassoorten vormen zeewieren de bodemgebonden primaire producten in getijdegebieden. Op de droogvallende platen van de Waddenzee zijn kiezelalgen van grote betekenis voor de hogere trofische niveau's, waaronder schelpdieren en wormen.

Zeegrasvelden vormden in het verleden een veel voorkomend habitatype in de Waddenzee, die naast een hoge productie ook een hoge biodiversiteit herbergde. Rond 1930 hebben een wierziekte (*Labyrinthula*) en de aanleg van de afsluitdijk, die een verandering van de hydro- en morfodynamiek van de Waddenzee veroorzaakte, geleid tot het verdwijnen van groot zeegras in de sublitorale delen (van Duren en van Katwijk, 2015). Waarschijnlijk is door de aanleg van de Afsluitdijk de troebelheid toegenomen en heeft dat de terugkeer van zeegras gehinderd. Omdat zeegras de werking van golven en stroming dempt, draagt het zelf bij aan het helderder worden van het water en heeft het verdwijnen ervan bijgedragen aan de toename van de troebelheid. In latere decennia is de eutrofiëring toegenomen en dit heeft ook het herstel beperkt van zeegras (Van Katwijk et al., 2000). Op het moment komt sublitoraal (ondergedoken) zeegras vrijwel niet voor in de Waddenzee, in tegenstelling tot litoraal zeegras dat op enkele droogvallende platen aanwezig is (van Duren en van Katwijk, 2015).

Zeewieren worden in de Nederlandse Waddenzee niet structureel gemonitord. Bekend is wel dat eind jaren 70 van de vorige eeuw dikke matten van groene algen zich begonnen te ontwikkelen op de getijdeplaten in de Waddenzee (Van Beusekom et al., 2009), dit als gevolg van de toegenomen eutrofiëring en mogelijk mede door het wegvallen van zeegras als (concurrerend) primaire producent. In het Duitse deel van de Waddenzee zijn op basis van vliegtuig observaties schattingen gemaakt van het bedekkingspercentage van groene macroalgen (zeewieren). Hieruit blijkt dat in de jaren 90 en gedurende de eerste jaren van deze eeuw de bedekking van de Waddenzee van Sleeswijk Holstein tot boven de 50% reikte met een piek van 90% in 2001. Daarna is de bedekking afgenomen. Gesteld wordt dat de ontwikkeling van deze groene zeewieren (waarschijnlijk *Ulva*) gerelateerd is aan de nutriëntverrijking vanuit de rivieren, met name aan totaal stikstof. Over dichtheden en het verloop daarvan in het Nederlandse deel van de Waddenzee is niets bekend.

## 5.3 Opname van nutriënten door zeewier

Divers onderzoek in Nederland, uitgevoerd door NIOZ en WMR, richt zich op fysiologie en vooral de opname van nutriënten door verschillende soorten zeewier. Experimenteel onderzoek naar de kinetiek van nutriënten-opname en de opslag van stikstof en fosfaat wordt uitgevoerd aan lokaal voorkomende zeewieren waaronder: *Ulva*, *Saccharina*, *Laminaria*, *Palmaria* (roodwier), *Undaria pinnatifida* (invasieve soort, exotisch). Elke soort functioneert anders in relatie tot omgevingsfactoren. Ook wordt onderzocht of de samenstelling van de zeewier biomassa door deze omgevingsfactoren wordt beïnvloed.

Het ecologische onderzoek zal in de toekomst antwoord moeten leveren op de vraag wat de effecten zijn van biomassateelt op de biodiversiteit in zee. De focus ligt dus vooral op zeewier teelt. Het onderzoek zal ook antwoord moeten kunnen leveren op de vragen die het onttrekken van wild zeewier betreffen, zoals: Hoeveel nutriënten onttrekt een bepaalde soort zeewier met een bepaalde grootte bladoppervlak uit een bepaald watervolume binnen een bepaalde tijdperiode? Op dit moment kan deze vraag nog niet beantwoord worden. Enkele voorlopige bevindingen zijn:

- Alle soorten gaan heel efficiënt om met fosfaat: De Redfield-ratio (vaste verhouding tussen koolstof, stikstof en fosfaat in micro-algen in de verhouding 106:16:1) is niet van toepassing voor zeewier;
- Bruinwieren (*Saccharina*, *laminaria*) groeien voornamelijk in de winter. Dan zijn de concentraties van opgeloste nutriënten in zee sowieso heel hoog;
- *Ulva* groeit voornamelijk in de zomer: *Ulva* is bijzonder efficiënt met fosfaat, het heeft bijna geen fosfaat nodig (Lubsch & Timmermans, 2018).

In de experimenten naar nutriënten kinetiek wordt gestart met een uitputtingssituatie, gevolgd door een puls inname (search uptake = maximale opnamesnelheid), en later het meten van de onderhoudsopname (maintenance uptake). Hieruit kunnen conclusies worden getrokken over de effectiviteit van nutriëntopname bij lage nutriëntconcentraties voor de groei.

---

## 5.4 Onttrekking van nutriënten door oogst

De effecten van de onttrekking van nutriënten door oogst van zeewier hangen af van een aantal factoren en zijn vooral afhankelijk van de locatie en de schaal van oogsten. Daarbij is het aandeel van zeewier in de totale primaire productie, dus ten opzichte van vooral microalgen en zeegras, van belang. Bij te grote onttrekking van zeewier kan ook de productie van andere natuurlijk voorkomende primaire producenten worden beperkt. De duurzaamheid van oogst is dus niet eenvoudig vast te stellen.

Het grootschalig verzamelen van wild zeewier vindt vooral plaats in Ierland, Frankrijk en Noorwegen. In Noorwegen zijn er schepen, die de *Laminarias* en *Saccharinas* van de bodem schrapen. De frequentie van oogst is hier beperkt tot eens in de 7-8 jaar op dezelfde plek, zodat het zeewier de tijd krijgt zich weer te herstellen.

In Nederland wordt op dit moment alleen zeewier uit de Oosterschelde en de Waddenzee gehaald. Niemand haalt zeewier uit de Westerschelde, omdat daar mogelijk contaminanten in zitten. Ook in het Veerse meer en de Grevelingen komt zeewier voor, maar daar wordt het niet geoogst. In overige kustgebieden komt zeewier weinig voor.

Hoe verhoudt de onttrekking van nutriënten door oogst van zeewier zich tot de instroom van nutriënten in bijv. de Waddenzee?

Het antwoord op deze vraag kan in principe worden berekend. In ieder geval zijn er specifieke input parameters nodig, zoals de concentratie van instromende nutriënten, het debiet, bladoppervlakte zeewier, soort zeewier, temperatuur, saliniteit, datum/tijd/seizoen. Op dit moment zijn de waarden voor deze parameters echter nog niet beschikbaar (zie uitleg hierboven), maar er wordt wel onderzoek naar gedaan.

## 5.5 Verschil tussen wild- en teelt-zeewier onder dezelfde groeicondities?

Voorlopige resultaten van onderzoek laten zien dat er grote verschillen bestaan tussen soorten en ook binnen een soort maar met verschillende locatie van herkomst. Te verwachten valt daarom dat er ook verschillen zullen bestaan tussen wild en geteeld zeewier.

Omdat in de toekomst traceerbaar moet zijn waar voedsel vandaan komt en onder wat voor omstandigheden het is geproduceerd/gekweekt kan dit een probleem worden voor toepassing van wild zeewier als voedsel. De interne samenstelling van zeewier blijkt ook te variëren met omgevingsfactoren en komt tot uiting bij soorten afkomstig van verschillende locaties en geoogst in verschillende seizoenen (Groenendijk et al., 2016).

---

## 6 Conclusies en aanbevelingen

Over biomassa en productie van wild zeewier uit Nederlandse wateren bestaat vooralsnog geen peer-reviewed literatuur. Ook rapporten/grijze literatuur zijn schaars. Dit rapport is gebaseerd op literatuur, rapporten, websites en gesprekken met mensen uit de praktijk (garnalenvissers) en met experts.

Het is mogelijk om wild zeewier te oogsten, aan te landen en commercieel te benutten. Wel is een vergunning nodig. De huidige benutting is kleinschalig en vertegenwoordigt geen grote economische waarde. Dat komt onder andere doordat de zandige Nederlandse Noordzeekust geen natuurlijk habitat voor zeewier vormt. Het zeewier, dat in Nederlandse kustwateren "wild" voorkomt, groeit voornamelijk op kunstmatige harde structuren zoals strekdammen, dijken, havens, palen. Een uitzondering vormt zeesla (*Ulva* spp.), dat ook in de watercolumn drijft. *Ulva* komt vooral in de zomermaanden in ondiepe wateren zoals de Waddenzee voor, en kan een belemmering vormen voor de garnalenvisserij vanwege het dichtslibben van de netten. Gericht vissen op zeesla vormt daardoor ook een kans; garnalenvissers zouden in bepaalde periodes en zones gericht op *Ulva* kunnen vissen en aan kunnen landen.

Om meer inzicht te krijgen in de kansen voor economisch en ecologische verantwoorde visserij op wild zeewier worden de volgende aanbevelingen voor verdere onderzoek gedaan:

- Omdat er nauwelijks ervaringen met het opvissen van zeesla vanuit een schip zijn, anders dan als ongewenst bijvangst, zou een pilot uitgevoerd kunnen worden met een schip dat enkele dagen probeert gericht op *Ulva* te vissen.  
Praktische vragen die daarbij relevant zijn betreffen het type tuig dat het beste kan worden toegepast, de duur van een trek voordat het net dicht slibt, hoeveel zeesla (of ander zeewier) in een "tub" van 1 m<sup>3</sup> past en hoeveel dat weegt dat, hoeveel binnen een dag kan worden opgevist, en hoe vaak of hoe regelmatig men op dezelfde locatie in de Waddenzee zeewier kan vissen.
- Berekenen van de hoeveelheid zeewier die theoretisch (op harde substraten) in Nederlandse wateren kan groeien?
- Uitzoeken of eventuele vervuiling een probleem vormt voor de toepassing van wild zeewier. De mate van vervuiling door schelpen etc. voor gebruik van zeewier als veevoer of andere toepassingen is niet goed bekend.
- Onderzoeken van de mogelijke ecologische gevolgen van de verwijdering van zeewier uit het natuurlijke milieu, rekening houdend met de ecosystemendiensten van zeewier en concurrentie met andere primaire producenten.
- Onderzoek naar de houdbaarheid en opslag van vers verzameld zeewier.
- Inzicht krijgen in de marktvraag, marktaanbod en variatie in marktprijzen in de tijd en seizoen.
- Uitzoeken welke juridische randvoorwaarden er gelden voor het oogsten van wild zeewier en de toepassing als voedsel (voedselkwaliteitseisen).

---

## 7 Literatuur

- Bos, O.G. ; Gittenberger, A. ; Boois, I.J. de; Asch, M. van; Wal, J.T. van der; Cremer, J.S.M. ; Hoorn, B. van der; Pieterse, S. ; Bakker, P.A.J. (2016) Soortenlijst Nederlandse Noordzee. Wageningen : Wageningen Marine Research, (Wageningen Marine Research rapport C125/16).
- Groenendijk, F., Bikker, P., Blaauw, R., Brandenburg, W., van den Burg, S., Harmsen, P., Jak, R., Kamermans, P., van Krimpen, M. and Prins, H. (2016) North-Sea-Weed-Chain: sustainable seaweed from the North Sea; an exploration of the value chain. IMARES.
- Hurd, C.L., Harrison, P.J., Bischof, K. and Lobban, C.S. (2014) Seaweed ecology and physiology. Cambridge University Press.
- Kaliaperumal, N., Kalimuthu, S. and Ramalingam, J. (2004) Present scenario of seaweed exploitation and industry in India. Seaweed Research and Utilisation 26, 47-53.
- Kruijsse, J. (2016) Herkomst en verwerking, Expert meeting over zeewier. Zilte Academie Zeeland (ZAZ), Middelburg, Netherlands (14 November 2016).
- Lindsey White, W., Wilson, P. and Troy, D.J. (2015) Chapter 2 - World seaweed utilization, in: Tiwari, B.K., Troy, D.J. (Eds.), Seaweed Sustainability. Academic Press, San Diego, pp. 7-25.
- Lubsch A. & K. Timmermans (2018) Uptake kinetics and storage capacity of dissolved inorganic phosphorous and corresponding N:P dynamics in *Ulva lactuca* (Chlorophyta). J. Phycol. (in press) DOI: 10.1111/jpy.12612.
- Malta, E.-j. and Verschuure, J.M. (1997) Effects of environmental variables on between-year variation of *Ulva* growth and biomass in a eutrophic brackish lake. Journal of Sea Research 38, 71-84.
- McConnaughey E. (1985) Sea Vegetables: Harvesting Guide & Cookbook. Naturegraph Publishers. ISBN 0879611510, 9780879611514.
- Omroep Zeeland. (2014) <http://www.omroepzeeland.nl/nieuws/2014-03-10/644642/zeewier-moet-Nederland-veroveren>
- Pehlke, C. and Bartsch, I. (2008) Changes in depth distribution and biomass of sublittoral seaweeds at Helgoland (North Sea) between 1970 and 2005. Climate Research 37, 135-147.
- Pereira, L. (2015) Seaweed flora of the european north atlantic and mediterranean, Springer Handbook of Marine Biotechnology, pp. 65-178.
- Radulovich, R., Neori, A., Valderrama, D., Reddy, C.R.K., Cronin, H., Forster, J. and Troy, D.J. (2015) Chapter 3 - Farming of seaweeds A2 - Tiwari, Brijesh K, Seaweed Sustainability. Academic Press, San Diego, pp. 27-59.
- Reith, J., E. Deurwaarder, A.P.W.M. Curvers, P. Kamermans, W. Brandenburg en G. Zeeman (2005) Bio-offshore: grootschalige teelt van zeewieren in combinatie met offshore windparken in de Noordzee. Rapport ECN-C--05-008.
- Stegenga, H. and Mol, I. (1983) Flora van de Nederlandse zeewieren. Amsterdam.: Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.

- 
- Van Beusekom J.E.E., P.V.M. Bot, J. Carstensen, J.H.M. Goebel, H. Lenhart, J. Pätsch, T. Petenati, T. Raabe, K. Reise & B. Wetsteijn, Eutrophication. In: Marencic, H. & Vlas, J. de (Eds), 2009 Quality Status Report 2009. Wadden Sea Ecosystem No. 25. Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group, Wilhelmshaven, Germany.
- Van den Burg, S., Stuiver, M., Veenstra, F., Bikker, P., López Contreras, A., Palstra, A., Broeze, J., Jansen, H., Jak, R. and Gerritsen, A. (2013) A Triple P review of the feasibility of sustainable offshore seaweed production in the North Sea. LEI Report, 13-077.
- Van den Burg S.W.K., A.P. van Duijn, H. Bartelings, M.M. van Krimpen & M. (2016a) The economic feasibility of seaweed production in the North Sea, *Aquaculture Economics & Management*, 20:3, 235-252, DOI: 10.1080/13657305.2016.1177859.
- Van den Burg S., R.G. Jak, M.-J. Smits, A. de Blaeij, T. Rood, H. Blanken & S. Martens (2016b) *Zeewier en natuurlijk kapitaal. Kansen voor een biobased economy. RAPPORT LEI 2016-049* (ISBN 978-94-6257-806-7).
- Van Duren L.A. & M.M. van Katwijk (2015) Herstelmaatregelen groot zeegras in de Nederlandse Waddenzee. 1203892-000-ZKS-0045, Deltares, 2015.
- Van Katwijk, M.M., D.C.R. Hermus, D.J. de Jong, R.M. Asmus & V.N. de Jonge (2000) Habitat suitability of the Wadden Sea for restoration of *Zostera marina* beds. *Helgoland Marine Research* 54:117-128.
- Veenstra, F. and Hoek, J. (2015) Bijlage 3. Zeesla, van lastige bijvangst tot nieuw visserij product: Ulva-mest. Rapportage Business Case, 4540012851760, Bijlage 3 eindverslag: Business case Zeesla (Europees visserijfonds: investering in duurzame van visserij).
- Wilson, K.C. and North, W.J. (1983) A review of kelp bed management in Southern California. *Journal of the World Mariculture Society* 14, 345-359.

---

## 8 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V.



---

# Verantwoording

Rapport C112/17

Projectnummer: 431.51000.64

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Marnix Poelman  
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 21 maart 2018

Akkoord: Dr.ir. T.P. Bult  
Director

Handtekening:

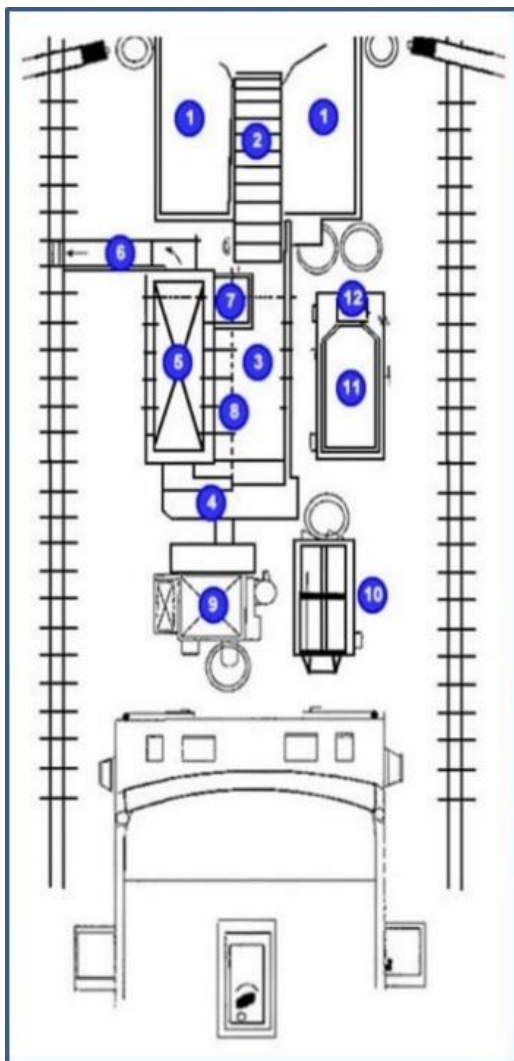


Datum: 21 maart 2018

# Annex 1 Foto's bijvangst zeewier in garnalenvisserij

Hieronder volgt een korte beschrijving van het proces van de verwerking van de vangst van garnalenvisserij, overgenomen uit <http://www.vistikhetmaar.nl/lesmodules/vissen-met-korren/garnalenkor/>.

Vervolgens wordt aan de hand van foto's de vangst van garnalen en het meegevangen zeewier en andere organismen in onderdelen van dit proces getoond. Foto's zijn genomen door Frans Veenstra tijdens de vistocht met de WR 181 van 23-26 juli 2016.



Een schematisch overzicht van de verwerkingslijn aan boord van een garnalenkotter, bestaande uit: (1) stortbakken, (2) opvoerband, (3) sorteerbands, (4) transportgoot, (5) sorteermolen, (6) afvoergoot, (7) garnalenwelbak, (8) transportgoot voor de garnalen, (9) automatische kookketel, (10) spoelmolen, (11) uitzoekbak en visruimluik en het (12) stortkokerluik. De vis en de garnalen worden in de stortbakken (1) gestort. Daarna voert de opvoerband (2) de vis mee naar boven naar de sorteerbands (3). De vis wordt hier door een bemanningslid gesorteerd en gestript. De garnalen en ondermaatse vis gaan door de transportgoot (4) en worden in de sorteermolen (5) gesorteerd en gespoeld. In deze molen worden de garnalen van de rest van de vangst gescheiden. De discards worden vooralsnog teruggespoeld in zee door de afvoergoot (6). De garnalen komen in de welbak (7); schelpjes en ander vuil kunnen hierin bezinken. Daarna gaan de garnalen door de transportgoot (8) de automatische kookketel (9) in en worden daar gekookt. De gekookte garnalen worden in het mandje geloosd. Als het mandje vol is, wordt deze door een bemanningslid in de spoelmolen (10) leeggegooid. De garnalen worden schoongespoeld en afgekoeld. Hierna worden de garnalen uit de spoelmolen gedraaid en in de uitzoekbak (11) gegooit. Eventueel vuil wordt hier nog verwijderd. Daarna worden de garnalen in de stortkoker (12) gestort.



Dekmachines voor het sorteren van de vangst.





Stap 1. Stortbak met complete vangst.



Stap 1. Stortbak met complete vangst.



Stap 1. Stortbak met complete vangst.



Stap 2. Opvoerband met complete vangst.





Stap 2. Opvoerband met complete vangst.



Stap 8. Transportgoot met gesorteerde garnalen die naar de kookketel gaan.  
Na passage door de sorteermolen is zeewier aanwezig tussen de gesorteerde garnalen.



Stap 5. Sorteermolen (spoelzeef) waarin de garnalen van de bijvangst worden gescheiden.

In en aan de zeef blijft zeewier gedeeltelijk achter.



Stap 9-10. De gekookte garnalen komen uit de kookketel.

---

Wageningen Marine Research  
T: +31 (0)317 48 09 00  
E: [marine-research@wur.nl](mailto:marine-research@wur.nl)  
[www.wur.nl/marine-research](http://www.wur.nl/marine-research)

Visitors address

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

---

Wageningen Marine Research is the Netherlands research institute established to provide the scientific support that is essential for developing policies and innovation in respect of the marine environment, fishery activities, aquaculture and the maritime sector.

**Wageningen University & Research** is specialised in the domain of healthy food and living environment.

**The Wageningen Marine Research vision:**

‘To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.’

**The Wageningen Marine Research mission**

- To conduct research with the aim of acquiring knowledge and offering advice on the sustainable management and use of marine and coastal areas.
- Wageningen Marine Research is an independent, leading scientific research institute.

Wageningen Marine Research is part of the international knowledge organisation Wageningen UR (University & Research centre). Within Wageningen UR, nine specialised research institutes of Stichting Wageningen Research (a Foundation) have joined forces with Wageningen University to help answer the most important questions in the domain of healthy food and living environment.

---

